



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ENGENHARIA DE AQUICULTURA

CLÓVIS MURILO PIRES

ANÁLISE DO POTENCIAL DE FERTILIZAÇÃO DA MACROALGA *KAPPAPHYCUS*
ALVAREZII COM EFLUENTES ORIUNDOS DA CARCINICULTURA DE
LITOPENAEUS VANNAMEI EM SISTEMA DE BIOFLOCOS

FLORIANÓPOLIS - SC

2014

CLÓVIS MURILO PIRES

ANÁLISE DO POTENCIAL DE FERTILIZAÇÃO DA MACROALGA *KAPPAPHYCUS*
ALVAREZII COM EFLUENTES ORIUNDOS DA CARCINICULTURA DE
LITOPENAEUS VANNAMEI EM SISTEMA BIOFLOCO

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido ao Curso de
Graduação em Engenharia de
Aquicultura da Universidade
Federal de Santa Catarina para a
obtenção do título de Engenheiro
de Aquicultura. Orientadora: Prof^a.
Dr^a. Leila Hayashi.

FLORIANÓPOLIS – SC

2014

Clóvis Murilo Pires

TÍTULO: ANÁLISE DO POTENCIAL DE FERTILIZAÇÃO DA MACROALGA
KAPPAPHYCUS ALVAREZII COM EFLUENTES ORIUNDOS DA
CARCINICULTURA DE *LITOPENAEUS VANNAMEI* EM SISTEMA BIOFLOCO

Este Trabalho de conclusão de curso foi julgado adequado para obtenção do Título
de Engenheiro de Aquicultura, e aprovado em sua forma final pelo Curso de
Graduação em Engenharia de Aquicultura.

Florianópolis, 01 de dezembro de 2014.

Prof. Dr. Luis Alejandro Vinatea Arana
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof.^a, Dr.^a Leila Hayashi,
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Mestre Eva Regina de Oliveira Rodrigues,
Universidade Federal de Santa Catarina

Mestre Carlos Manoel do Espírito Santo,
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Sou grato a toda equipe da seção de Macroalgas do Laboratório de Camarões Marinhos da Universidade Federal de Santa Catarina (LCM/UFSC), em especial a Doutora Leila Hayashi que com muita dedicação me orientou durante todo trabalho, a Mestranda em Aquicultura Anna Gabriele que me auxiliou desde o início do experimento, dando suporte e direcionamento, ao Mestre Filipe Augusto da Silva Neves pelo apoio principalmente na parte estatística e por fim a Doutora Ticiane pelo auxílio prestado na formatação das imagens.

Aos meus colegas de turma, Marco Zanetta, Juliano Silva, Lucas Cardoso e Greyce Machado que sempre estiveram juntos nos momentos bons e ruins, enfrentando as dificuldades, realizando provas e trabalhos.

A minha namorada Gabriela Gonçalves que com muito carinho me apoiou e me confortou durante todo o curso.

A toda minha família em especial a minha mãe Dircéia Idalina Peres que sempre me incentivou nos estudos e que certamente é a pessoa mais orgulhosa por essa conquista.

Trabalho redigido conforme as normas da revista
Aquaculture.

Disponível em: <http://www.elsevier.com/journals/aquaculture/0044-8486/guide-for-authors>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
2.1. Efluente de bioflocos.....	10
2.2. Biomassa de macroalga.....	10
2.3. Determinação da melhor concentração.....	11
2.4. Determinação do período de fertilização.....	12
2.5. Análise de dados e estatística.....	12
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
3.1. Determinação da melhor concentração.....	13
3.2. Determinação do melhor período de fertilização.....	17
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19
ANEXO I.....	23

Análise do potencial de fertilização da macroalga *Kappaphycus alvarezii* com efluentes oriundos da carcinicultura de *Litopenaeus vannamei* em sistema biofloco

Clóvis M. Pires¹, Anna G.L.M Pedra¹, Filipe A.S. Neves¹, Leila Hayashi¹.

[1] Departamento de Aquicultura/Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil.

Autor para correspondência (e-mail): clovism.pires@hotmail.com

Resumo

No presente trabalho foi avaliado o potencial do efluente oriundo do cultivo de camarões marinhos *Litopenaeus vannamei* em sistema de bioflocos (Biofloc Technology – BFT) como fertilizante para a macroalga *K. alvarezii*. Foram utilizados talos de aproximadamente 2g do tetrasporófito marrom cultivados *in vitro* por 10 semanas em água do mar esterilizada para avaliar a concentração ideal do biofloco. Na primeira e na sexta semana os talos foram fertilizados por 7 dias com efluente de BFT em diferentes concentrações: 100% (T100), 50% (T50) e 25% (T25) de efluentes diluídos em água do mar esterilizada. A partir da 10ª semana, para determinar o melhor período de fertilização, novos talos foram fertilizados durante 3 períodos distintos: 1, 3 e 7 dias com efluente BFT a 25%. Todos os tratamentos foram realizados em triplicata e comparados a um tratamento contendo água do mar esterilizada enriquecida com solução von Stosch a 50% (VS50) e um controle contendo somente água do mar esterilizada (C). As trocas de água foram realizadas 3 vezes por semana e as taxas de crescimento foram calculadas durante 5 semanas. No período da determinação da melhor concentração de biofloco, todos os tratamentos apresentaram taxas de crescimento positivas. Os tratamentos VS50 e o T25 apresentaram taxas de crescimento semelhantes ao longo do período. Na determinação do período de fertilização ideal, a fertilização durante 7 dias proporcionou tanto para T25 quanto para VS50 taxas de crescimento significativamente maiores que aos observados nos demais tratamentos. Baseado nestes resultados foi possível constatar a eficiência do efluente BFT como fertilizante da macroalga *K. alvarezii*, sendo que a concentração de 25% foi a mais adequada por sua similaridade com a solução von Stosch no período de fertilização de 7 dias para assegurar ganhos em biomassa satisfatórios.

Palavras-chave: Biofloc Technology System – BFT, concentrações, fertilização *Kappaphycus alvarezii*, *Litopenaeus vannamei*.

1. INTRODUÇÃO

A Aquicultura é uma atividade crescente, com produção no ano de 2012 de 90.432.105 toneladas anuais, movimentando um mercado de US\$ 144.323.545.000 (FAO, 2014). Desde 2002 essa produção aumentou mais de 70% nos últimos 10 anos (FAO, 2014) e segundo Caddy e Griffiths (1995) esse aumento na produção é resultante de uma combinação entre o crescimento da população mundial e a redução da captura por pesca artesanal.

Na escala produtiva mundial da Aquicultura, o cultivo de macroalgas está posicionado em segundo lugar e com isso tem contribuído significativamente para o desenvolvimento dessa atividade (FAO, 2014). Ainda segundo dados da FAO, no ano de 2012 a produção atingiu 20.881.170 ton., movimentando aproximadamente US\$ 5 bilhões de dólares. Dentre as espécies de macroalgas cultivadas, a *Kappaphycus alvarezii*, pertencente à divisão Rhodophyta (algas vermelhas) lidera o ranking das mais produzidas (FAO, 2014). Conhecida comercialmente como “cotonii” representa cerca de 28% da produção mundial e teve uma contribuição de US\$1.269.060.000 no comércio de macroalgas no ano de 2012 (FAO, 2014). Esta alga tem grande importância comercial por apresentar um hidrocolóide de alta qualidade (carragenana *kappa*) utilizado mundialmente como agente espessante, estabilizante e emulsificante em diversas áreas da indústria alimentícia, farmacêutica e de cosmético (Hayashi et al, 2007). Embora seus subprodutos sejam comercializados em vários países, sua produção massiva está concentrada apenas em dois países do sudeste asiático: Indonésia e Filipinas, que dominam atualmente mais de 90% da produção mundial de *K. alvarezii*. O sucesso da produção comercial nesses dois países e a demanda pela carragenana estimulou a introdução da espécie em vários países (Ask e Azanza, 2002).

Segundo Furtado (1999), no Brasil a espécie nativa *Hypnea musciformis* (Wulfen) Lamouroux tem sido explorada para extração da carragenana. Entretanto, o país importa cerca de 1000 toneladas por ano de carragenana *kappa* para suprir a demanda nacional. A dificuldade de estabelecer o cultivo da espécie nativa e o sucesso dos cultivos de *K.alvarezii* em outros países estimulou sua introdução no país, que ocorreu inicialmente em São Paulo no município de Ubatuba, no ano de

1994 em escala experimental, onde se mantém até os dias do hoje. Em 1998, o estado do Rio de Janeiro iniciou o cultivo em escala comercial em Iha Grande e Angra dos Reis, e atualmente o cultivo se mantém em Parati (H. Góes, comunicação pessoal). Em 2008, por apresentar uma maricultura em desenvolvimento e promissora, o município de Florianópolis, no estado de Santa Catarina iniciou o cultivo de *K.alvarezii* em escala experimental para avaliar o desenvolvimento da espécie na região sul do Brasil.

A macroalga *K. alvarezii* se desenvolve em águas tropicais com temperaturas entre 20°C e 32°C (Areces 1995; McHugh 2003), e como observado por Paula et al. (2002) e Hayashi et al. (2007), em São Paulo, Brasil, Muñoz et al. (2004), no México, e Hung et al. (2009), no Vietnã, existe uma correlação positiva entre as taxas de crescimento e temperatura do meio. Portanto, ainda que a *K. alvarezii* em Santa Catarina tenha se desenvolvido bem ao longo do ano, chegando a taxas de crescimento semelhantes às observadas em cultivos comerciais realizados nas Filipinas, Índia e Vietnã (Hurtado et al. 2008; Subba Rao et al. 2008; Hung et al. 2009), no período de inverno as temperaturas da água podem atingir 16°C, prejudicando sua sobrevivência e reduzindo significativamente suas taxas de crescimento (Hayashi et al. 2007).

As macroalgas, além de serem produzidas em cultivos no mar, também são cultivadas em menor escala, laboratorial e em tanques, para o desenvolvimento de estudos que ajudam a selecionar e manter as linhagens comerciais. Fora das condições naturais, segundo Friedlander e Levy (1995) e Israel e Mophy (1999), é necessário fornecer nutrientes essenciais, como nitrogênio inorgânico, fósforo e carbono para ajudar no desenvolvimento das algas, e garantir maiores taxas de crescimento. Desta forma, soluções nutritivas foram elaboradas para aplicação em cultivos laboratoriais, como por exemplo, a solução von Stosch que na concentração de 50% apresentou potencial fertilizante para macroalga *Kappaphycus alvarezii* quando cultivada *in vitro* (Paula et al., 2001). Entretanto, para o cultivo em tanques estas soluções não são recomendáveis devido ao alto custo.

Nesse contexto, a utilização de efluentes provenientes de cultivos de outros organismos pode ser uma alternativa sustentável para fertilização de macroalgas em

cultivos massivos. A aquicultura de maneira geral é uma atividade geradora de resíduos orgânicos e quantidades significativas de efluentes poluidores, contendo alimentos não consumidos e fezes (Fernandes e Read, 2003). Muitas vezes o destino desses efluentes é um entrave para diversos segmentos da área, por eutrofizar o meio ambiente, comprometendo a sustentabilidade destes. De acordo com Piedrahita (2003) e Sugiura et al. (2006) os efluentes gerados pela atividade podem conter diversos compostos orgânicos e inorgânicos, como amônia, fósforo e carbono dissolvido. Mesmo sistemas muito utilizados atualmente na carcinicultura superintensiva como o biofloco (Biofloc Technology - BFT), onde a renovação de água é realizada apenas para repor a parcela perdida por evaporação e o excedente de matéria orgânica é incorporado a uma biomassa bacteriana servindo, de ração para os camarões (Wasielesky et al., 2006; Avnimelech, 2009; Ray et al., 2010; Emerenciano et al., 2011; Xu et al. 2012). Porém, apenas parte do carbono orgânico, 35% do fósforo e 39,1% do nitrogênio, adicionados ao ambiente de cultivo como ração peletizada, são incorporados pelo camarão, sendo o restante lixiviado podendo levar à eutrofização do sistema (Silva et al. 2013).

Assim, uma das alternativas para minimizar os impactos da geração desses resíduos é o tratamento desses efluentes, que podem ser utilizados para fertilizar macroalgas em cultivo. O princípio da utilização de algas marinhas como biofiltro é baseado na sua capacidade de absorção de nutrientes dissolvidos em água (Hanisak, 1990 e Troell e Berg. (1997). Estudos tem demonstrado que essa interação entre o cultivo de algas marinhas com a carcinicultura tem sido satisfatória para ambos. De acordo com Xu et al. (2008) e Khoi e Fotedar (2011), a remoção de nutrientes por algas melhora a qualidade da água e, portanto, aumenta o crescimento dos camarões. Brito et al. (2014) observou uma redução da concentração média de nitrogênio amoniacal total (TAN), nitrito (N-NO_2), fosfato (PO_4) e sólidos suspensos totais (SST) em tanques de carcinicultura quando integrado com cultivo de macroalga marinha.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o potencial de fertilização da macroalga *Kappaphycus alvarezii* com efluente oriundo da carcinicultura de *Litopenaeus vannamei* cultivados em sistema de bioflocos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na seção de Macroalgas do Laboratório de Camarões Marinhos (LCM) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e teve duração total de 16 semanas.

2.1. Efluente de biofloco

O efluente para o experimento foi coletado em um tanque de 45 m³ do LCM, onde estavam sendo cultivados 3 mil reprodutores de *Litopenaeus vannamei* de aproximadamente 28g ($\pm 3,0$), com renovação de água mínima e recebendo 1,6 kg de ração dia⁻¹ com 35% de proteína bruta. O tanque apresentava os seguintes parâmetros físico-químicos: salinidade 35,8‰, pH 7,61, alcalinidade 110 mg L⁻¹, amônia 0,07 mg L⁻¹, nitrito 0,24 mg L⁻¹, nitrato 1,91 mg L⁻¹, sólidos suspensos totais (SST) 425 mg L⁻¹.

Foi coletada uma única amostra de 30 L do efluente para ser utilizada durante todo período experimental. A amostra foi submetida a um processo de decantação durante 30 minutos e depois filtrada com filtros tipo Bag de 20 micrômetros para remoção do excesso de matéria orgânica e SST. Após a filtragem, o efluente foi congelado para prevenção do lote e posterior correção da salinidade.

2.2. Biomassa de macroalga

Foram utilizados talos da linhagem tetrasporófitica marrom de aproximadamente 2g ($\pm 0,20$) cultivados na Seção de Macroalgas do Laboratório de Camarões Marinhos nas seguintes condições: água marinha esterilizada com adição semanal de solução nutritiva von Stosch a 50%, fotoperíodo de 12h, aeração constante, salinidade de 35‰ e temperatura média de 25 \pm 1°C. Para não interferir no resultado do experimento, os talos foram cultivados sem a adição de solução de nutrientes von Stosch a 50%, comumente utilizada nos cultivos *in vitro*, durante uma semana antes do início do experimento.

2.3. Determinação da melhor concentração

Foram testados quatro tratamentos, três dos quais contendo concentrações distintas de efluente BFT e um contendo água marinha esterilizada enriquecida com solução von Stoch a 50% (VS50). As três concentrações de bioflocos testadas foram 100% (T100), 50% (T50) e 25% (T25) diluídas em água marinha esterilizada. Como controle, foi utilizado apenas água marinha esterilizada (C). Todos os tratamentos foram realizados em triplicata ($n=3$) em erlenmeyer de 500 mL inicialmente e transferidos posteriormente para erlenmeyer de 1000 mL para ajuste da densidade. As algas foram cultivadas durante 10 semanas nas condições laboratoriais citadas acima.

A fertilização foi realizada, conforme suas respectivas concentrações, na primeira e na sexta semana de cultivo e tiveram duração de uma semana cada. Após esse período, todas as algas foram cultivadas apenas em água marinha esterilizada, como segue o desenho experimental na Fig. 1.

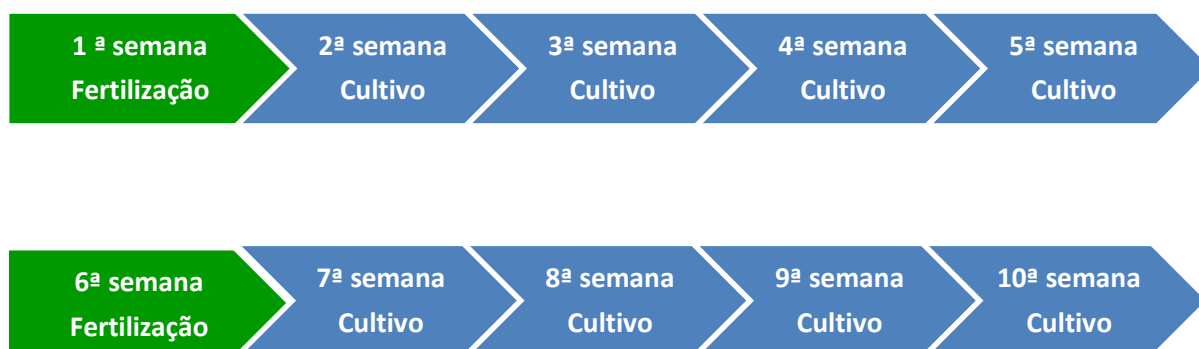


Fig. 1. Desenho experimental em semanas da determinação da melhor concentração. 1ª-6ª: semanas: período de fertilização dos talos conforme os tratamentos. 2ª-3ª-4ª-5ª-7ª-8ª-9ª-10ª: semanas: período de cultivo em água marinha esterilizada.

Durante o período de cultivo foram realizadas três pesagens semanais, com troca de água e vidraria, para determinação de taxa de crescimento.

2.4. Determinação do período de fertilização

Foram testados, três períodos de fertilização: 1, 3 e 7 dias, com 25% do efluente BFT diluído em água marinha esterilizada (T1, T3 e T7, respectivamente) ou solução von Stosch 50% (VS1, VS3 e VS7, respectivamente). Como controle foi utilizado apenas água marinha esterilizada (C).

A fertilização foi realizada na primeira semana dentro de cada tempo estabelecido. Após esse período, todas as algas foram cultivadas apenas em água marinha esterilizada, como segue na Fig. 2.



Fig. 2. Desenho experimental da determinação do período de fertilização em semanas, onde a primeira semana representa o período de fertilização dos talos conforme os tratamentos e as demais semanas o período de cultivo dos talos apenas em água marinha esterilizada.

Três vezes por semana, a água do mar foi renovada e as algas pesadas para determinação de taxa de crescimento.

2.5. Análise de dados e estatística

A taxa de crescimento foi determinada pela seguinte fórmula: $Tc (\% dia^{-1}) =$

$$\left[\left(\frac{Bf}{Bi} \right)^{1/t} - 1 \right] \times 100, \text{ onde } Bf: \text{biomassa final, } Bi: \text{biomassa inicial e } t: \text{tempo}$$

(Young et al. 2013).

Considerando a significância de $p < 0,05$, os valores registrados foram submetidos a ANOVA unifatorial seguidos de teste Fisher, utilizando o software Statística (versão 7.0)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Determinação da melhor concentração

Todos os tratamentos apresentaram taxas de crescimento positivas durante todo período experimental e um ganho de biomassa representativo após as fertilizações. Os tratamentos T25 e T50 registraram os maiores ganhos de biomassa ao fim do experimento ($9,36 \pm 1,13\text{g}$ e $9,23 \pm 0,47\text{g}$, respectivamente – média \pm intervalo de confiança). O controle apresentou uma estagnação após o 35º dia, provavelmente resultante do déficit de nutriente, sendo as trocas de água semanais responsáveis pelo aporte nutritivo mínimo para manutenção da biomassa (Fig. 3).

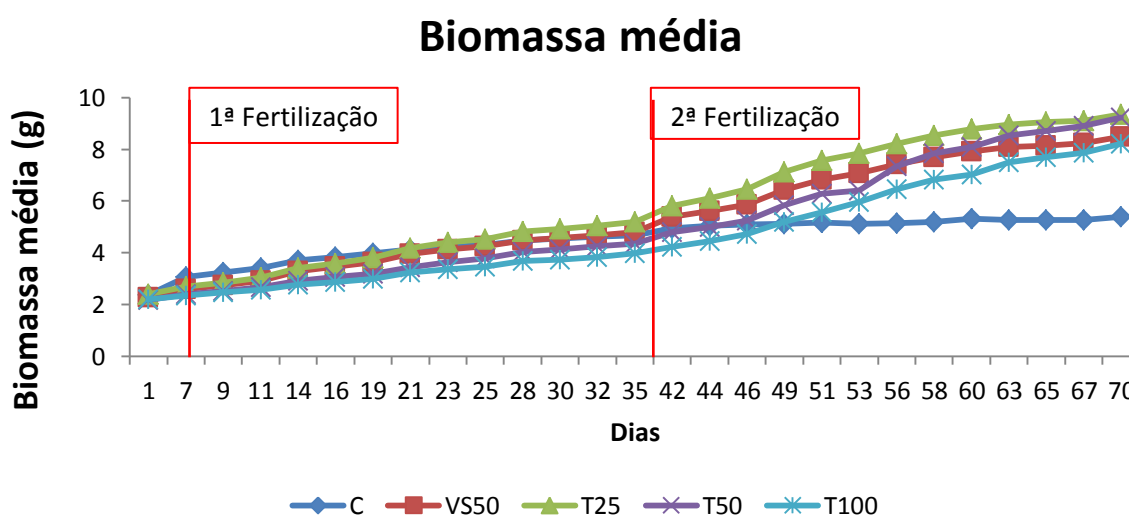
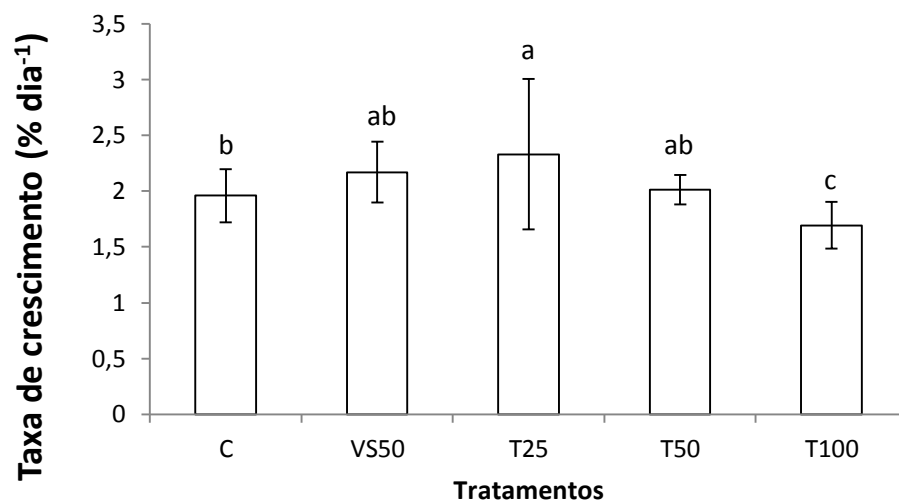


Fig. 3. Biomassa média (g) dos tratamentos em projeção linear ao longo de todo período amostral, com indicação dos períodos de fertilização, onde C representa o controle, VS50 o tratamento com solução von Stosch a 50%, T25, T50 e T100 tratamentos com solução BFT à 25%, 50% e 100% respectivamente.

Durante o primeiro período de cultivo o tratamento T100 apresentou taxas de crescimento significativamente menores que os demais tratamentos ($1,69 \pm 0,20\%$ dia⁻¹) e o tratamento T25 apresentou taxas de crescimento ($2,23 \pm 0,27\%$ dia⁻¹) significativamente maiores que o controle ($1,96 \pm 0,09\%$ dia⁻¹) (Fig. 4A). Ao fim do segundo período de cultivo o controle diferiu significativamente dos demais tratamentos, apresentando as menores taxas de crescimento ($0,42 \pm 0,09\%$ dia⁻¹), e os tratamentos T50 e T100 foram semelhantes entre si, apresentando as maiores taxas de crescimento ($2,16 \pm 0,54\%$ dia⁻¹ e $2,09 \pm 0,67\%$ dia⁻¹) (Fig. 4B). Os

tratamentos T25 e VS50 não apresentaram diferenças significativas ao longo de todo período experimental (Fig. 4).

A 1ª Fertilização - Taxas de crescimento



B 2ª Fertilização- Taxa de crescimento

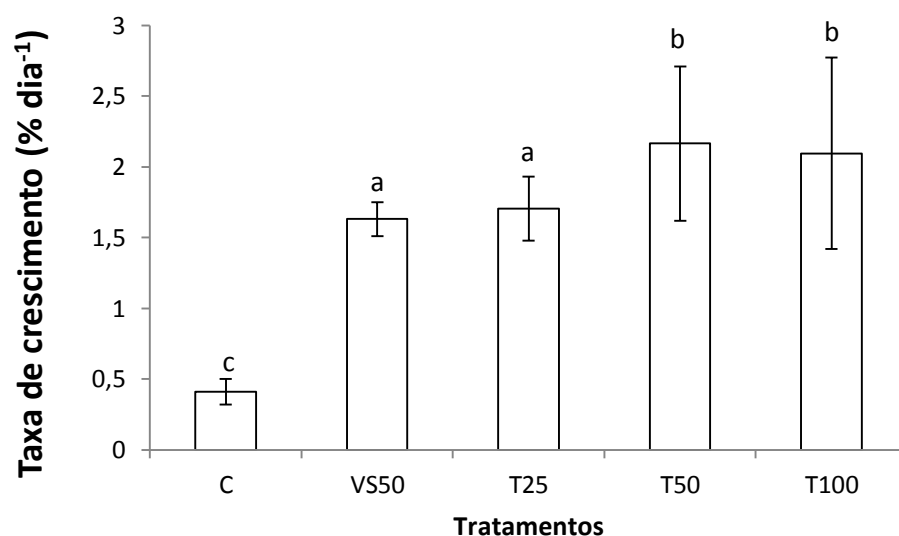


Fig. 4. Taxas de crescimento (% dia⁻¹) dos dois períodos de cultivo. A: primeira fertilização e B: segunda fertilização, onde C representa o controle, VS50 o tratamento com solução von Stosch a 50%, T25, T50 e T100 tratamentos com solução BFT à 25%, 50% e 100% respectivamente.

Nas algas cultivadas em BFT, foram observadas uma maior formação de ramificações e uma coloração mais forte no tom marrom (Fig. 5.).

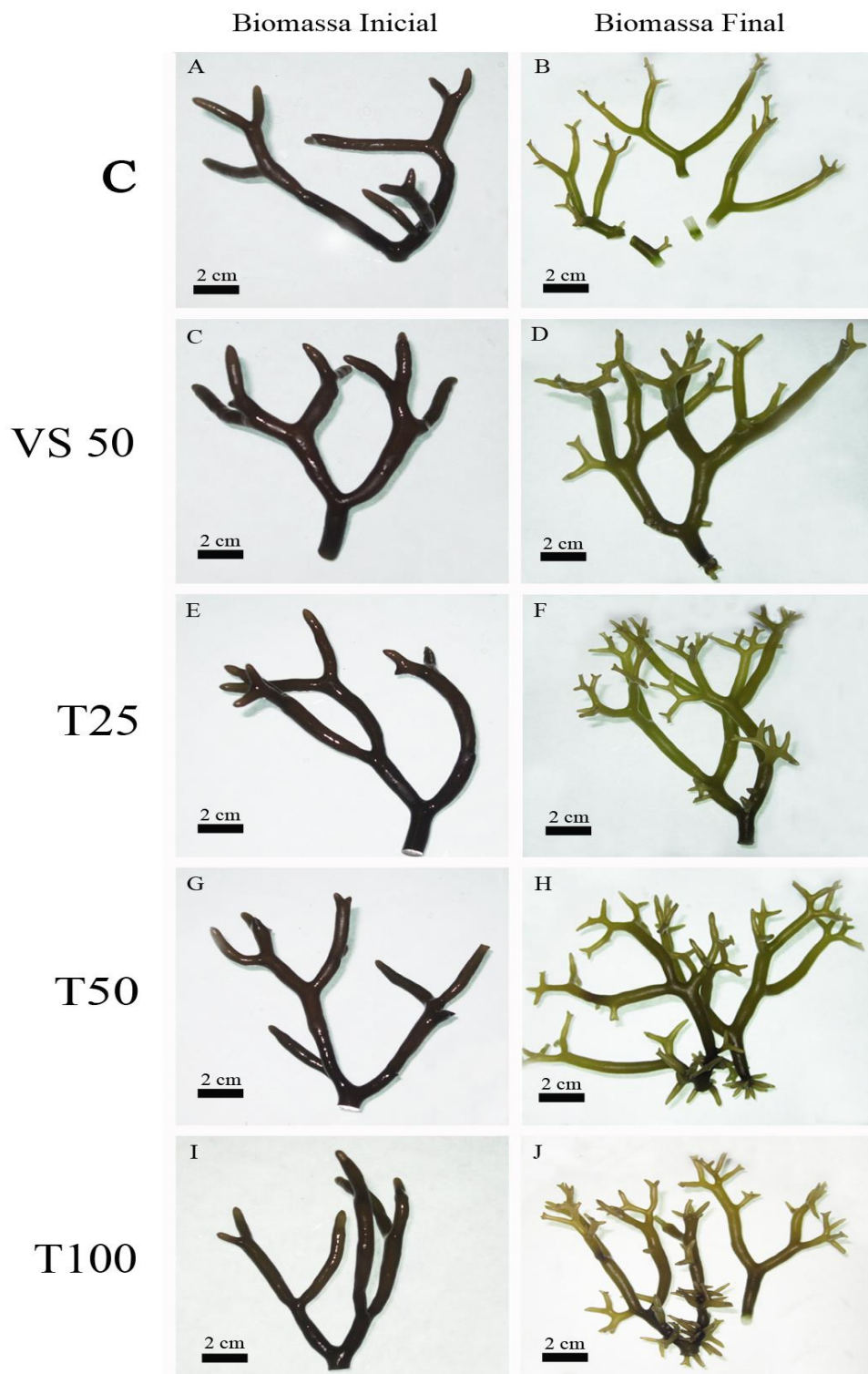


Fig. 5. Talos de *Kappaphycus alvarezii*. Biomassa inicial (A, C, E, G, I), biomassa final (B, D, F, H, J) respectivamente. A-B: Controle. C-D: tratamento com von Stoch 50%. E-F: tratamento com BFT 25%. G-H: tratamento BFT 50%. I-J: tratamento BFT 100%.

O controle e o tratamento T50 apresentaram, no 16º dia, doença degenerativa do talo (ice-ice), resultante de estresse, em algumas amostras após a primeira fertilização, sendo que no T50 houve uma recuperação dos talos afetados, resultando em ramificações nas regiões afetadas. O tratamento T100 apresentou “ice-ice” ao fim do período experimental, não havendo tempo para recuperação (Fig. 6.).

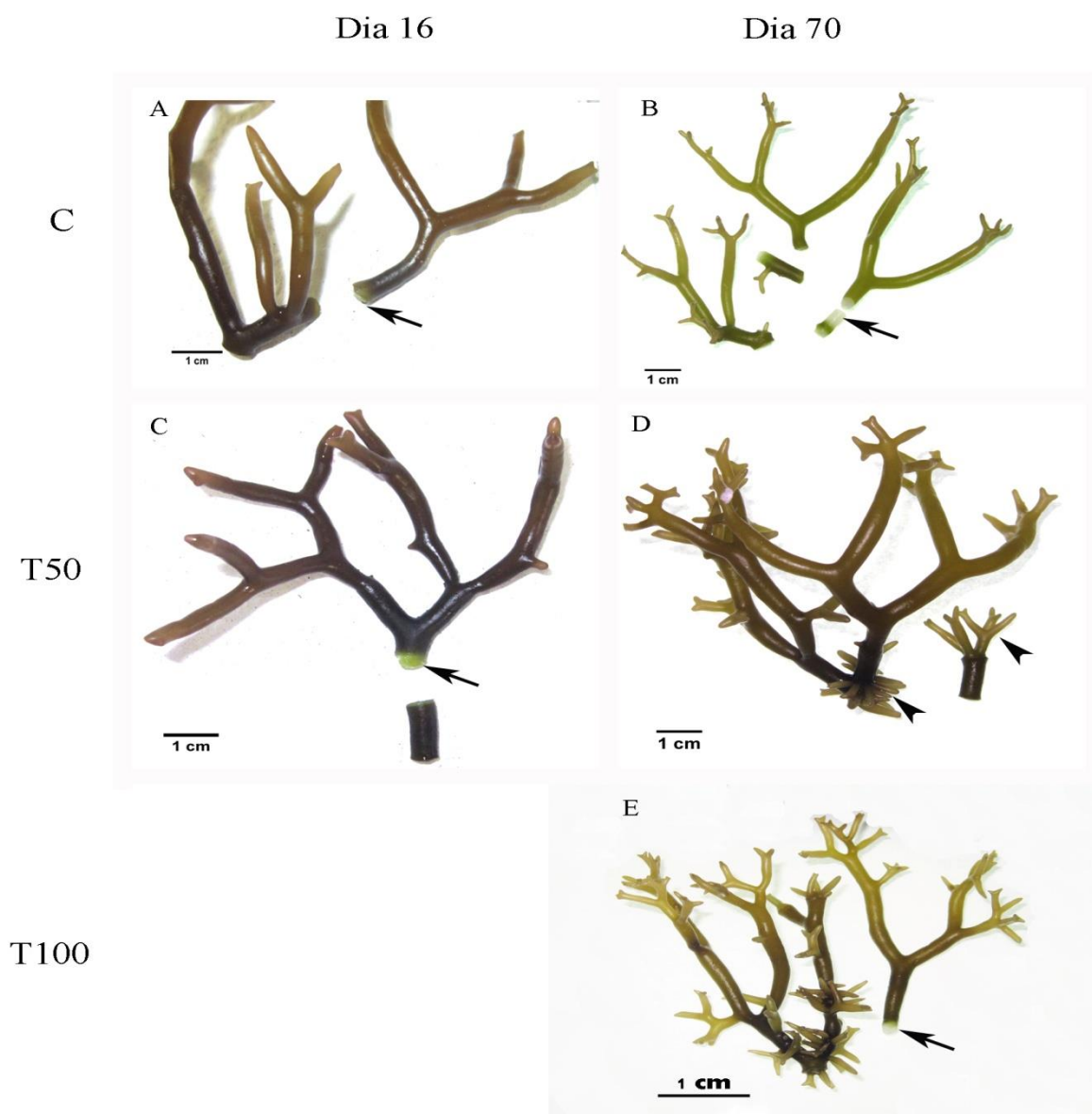


Fig. 6. Talos de *Kappaphycus alvarezii*, coluna esquerda com 16 dias e coluna direita com 70 dias de experimento. A-B: Controle com a presença de ICE-ICE (setas). C-D: Tratamento com BFT 50%, C com a presença de ice-ice (seta) e em D, recuperação do talo com a presença de novas ramificações (cabeças de setas). E: Tratamento com BFT 100% com a presença de ice-ice (seta).

3.2. Determinação do melhor período de fertilização

Todos os tratamentos apresentaram ganhos em biomassa significativos, com um crescimento exponencial após a fertilização. Os tratamentos T7 e VS7 foram responsáveis pelo maior ganho em biomassa ($4,58 \pm 0,72\text{g}$ e $4,33 \pm 0,35\text{g}$, respectivamente) (Fig. 7.).

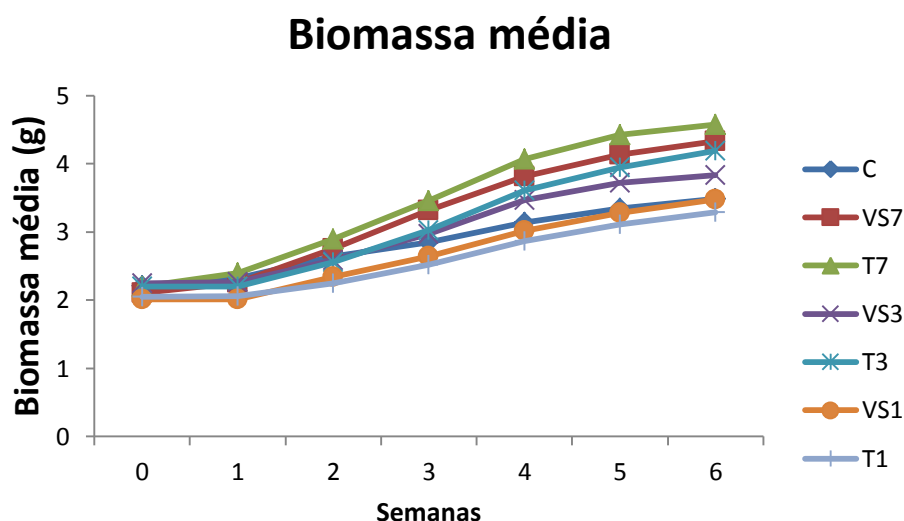


Fig. 7. Biomassa média (g) ao longo das 6 semanas de cultivo de *K. alvarezii*. C: controle, VS1-VS3-VS7: tratamentos fertilizados com solução von Stosch a 50% durante 1, 3 e 7 dias respectivamente. T1-T3-T7: tratamentos fertilizados com solução BFT durante 1, 3 e 7 dias respectivamente.

O controle apresentou as menores taxas de crescimento ($1,09 \pm 0,62\% \text{ dia}^{-1}$) diferindo-se significativamente dos tratamentos T3, T7 e VS7 que apresentaram as maiores taxas de crescimento ($1,71 \pm 0,20\% \text{ dia}^{-1}$, $1,74 \pm 0,83\% \text{ dia}^{-1}$ e $1,73 \pm 0,58\% \text{ dia}^{-1}$, respectivamente) (Fig. 8.). Nenhum tratamento apresentou doença degenerativa do talo (ice-ice).

Taxas de crescimento

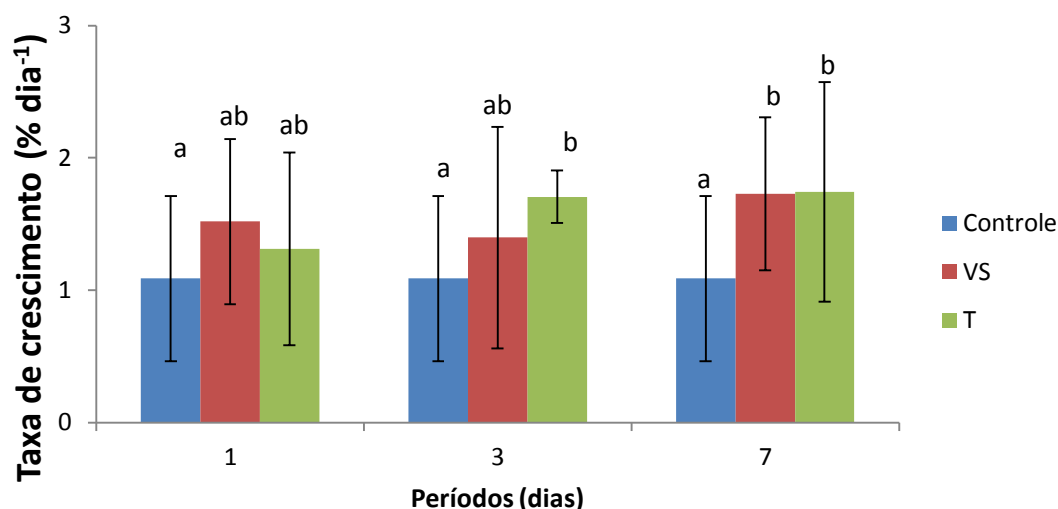


Fig. 8. Taxas de crescimento. 1, 3 e 7 dias de tratamento. C: controle. VS tratamentos fertilizados com solução von Stosch a 50%. T: tratamentos fertilizados com solução BFT a 25%.

O efluente BFT oriundo da carcinicultura de *Litopenaeus vannamei*, apresentou potencial fertilizante para macroalga *Kappaphycus alvarezii*. O mesmo foi observado em cultivo integrado da ostra *Pinctada martensi* com a macroalga *Kappahycus alvarezii*, onde Qian et al. (1996) constatou que talos em presença de compostos nitrogenados excretados pelas ostras cresceram mais. As taxas de crescimento e a variação na coloração dos talos dos tratamentos T100 e T50, demonstraram que em concentrações maiores de efluente BFT, o aporte de reserva nutritiva e o desenvolvimento dos talos é significativamente superior. Porém a ocorrência de “ice-ice” em algumas amostras desses tratamentos reflete um estresse que pode ser comprometedor para o desenvolvimento de cultivos em maiores escalas ou em períodos prolongados. Portanto, por uma questão de segurança na saúde dos talos, e principalmente por apresentar ao longo de todo período amostral uma similaridade com a solução von Stosch 50%, comumente utilizada em cultivo *in vitro*, o tratamento T25 foi a melhor concentração de efluente BFT para fertilizar a macroalga *K. alvarezii*.

A determinação do melhor período de fertilização foi muito importante principalmente para confirmar a ausência de diferenças estatísticas entre os tratamentos fertilizados com efluente BFT a 25% e os fertilizados com solução von Stosch a 50% observadas anteriormente, mesmo em períodos inferiores a 7 dias.

Apesar de não haver diferença significativa entre as taxas de crescimento dos tratamentos T3 e T7, o período de 7 dias de fertilização, tanto com a solução nutritiva von Stoch quanto com efluente BFT, resultaram em maiores ganhos de biomassa, sendo este o período indicado para fertilização das algas com BFT25.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Areces, A.J., 1995. Cultivo comercial de carragenófitas del género Kappaphycus Doty. Manual de Métodos Ficológicos, Universidad de Concepción, Concepción, Chile, n.1, p.529-549.
- Ask, E.I. and Azanza, R.V., 2002. Advances in cultivation technology of commercial eucheumatoid species: a review with suggestion for future research. *Aquaculture* 206, 257-277.
- Avnimelech, Y., 2009. Biofloc technology a practical guide book. The world Aquaculture Society, Baton Rouge.
- Brito, L.O., Arana, L.A.V., Soares, R.B., Severi, W., Miranda, R.H., Silva, S.M.B.C., Coimbra, M.R.M., Gálvez, A.O., 2014. Water quality, phytoplankton composition and growth of *Litopenaeus vannamei* (Boone) in an integrated biofloc system with *Gracilaria birdiae* (Greville) and *Gracilaria domingensis* (Kützinger). *Aquaculture International*, v. 22, pp. 1649-1664
- Caddy, J.F. and Griffiths, R.C., 1995. Living marine resources and their sustainable development. *FAO Fish. Tech. Pap.* No. 353, 167 pp.
- Emerenciano, M., Ballester, E.L.C., Cavalli, R.O., Wasielesky, W., 2011. Effect of biofloc technology (BFT) on the early postlarval stage of pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis*: growth performance, floc composition and salinity stress tolerance. *Aquaculture International*, v.19, p.891–901.

- FAO FishStat Plus Database. Global Aquaculture Production. Disponível em: <<http://www.fao.org/fishery/statistics/globalaquaculture-production/query/en>> Acesso em: 5 jul. 2014.
- Fernandes, T. and Read, P., 2003. Management of environmental impacts of marine aquaculture in Europe. *Aquaculture*, v.226, n.1, p.139-163.
- Friedlander, M. and Levy, I., 1995. Cultivation of *Gracilaria* in outdoors tanks and ponds. *J. Appl. Phycol.*, 7 , pp. 315–324.
- Furtado, M.R., 1999. Alta lucratividade atrai investimentos em hidrocolóides. *Química e Derivados*, v. 35, n. 377, PP. 21-29.
- .
- Hanisak, M.D., 1990. The use of *Gracilaria tikvahiae* (Gracilariales, Rhodophyta) as a model system to understand the nitrogen nutrition of cultured seaweeds. *Developments in Hydrobiology, Thirteenth International Seaweed Symposium*, v.58, n.1, p.79-87.
- Hayashi, L., Paula, E.J., Chow, F., 2007. Growth rates and carrageenan analysis of four strains of *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Gigartinales) farmed in the subtropical waters of São Paulo State, Brazil. *Journal of Applied Phycology*, v.19, n.1, p.393-399.
- Hung L.D., Hori, k., Nang, H.Q., Kha, T., Hoa, L.T., 2009. Seasonal changes in growth rate, carrageenan yield and lectin content in the red alga *Kappaphycus alvarezii* cultivated in Camranh Bay, Vietnam. *Journal of Applied Phycology*, v.21, n.3, p.265-272.
- Hurtado, A.Q., Critchley, A.T., Trespoey, A., 2008. Growth and carrageenan quality of *Kappaphycus striatum* var. *sacol* grown at different stocking densities, duration of culture. *Journal of Applied Phycology*, v.20, n.5, p.551-555.

- Israel, A., Mophy, M., 1999. Photosynthetic inorganic carbon utilization and growth of *Porphyra linearis* (Rhodophyta). *Journal of Applied Phycology*, v.11, n.1, p.447-453.
- Khoi LV, Fotadar R., 2011. Integration of western king prawn (*Penaeus latisulcatus* Kishinouye, 1986) and green seaweed (*Ulva lactuca* Linnaeus, 1753) in closed recirculating aquaculture system. *Aquaculture*, v.322-333, n.1, p.201-209.
- Mchugh, M.P., 2003. Recent Advances in the understanding of the repeated bout effect against muscle damage from a single bout of eccentric exercise. *Scand J Med Sci Sports* 13:88–97.
- Muñoz, J., Freile-Pelegrín, Y., Robledo, D., 2004. Mariculture of *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Solieriaceae) color strains in tropical waters of Yucatán, México. *Aquaculture, México*, v.239, n.1, p.161-177.
- Piedrahita, R.H., 2003. Reducing the potential environmental impact of tank aquaculture effluents through intensification and recirculation. *Aquaculture*, v.226, n.1, p.35-44.
- Paula, E.J., Erbert, C., Pereira, R.T.L., 2001. Growth rate of the carragenophyte *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Gigartinales) in vitro. *Phycol. Res.* 49, 155–161.
- Paula, E.J., Pereira, R.T.L., Ohno, M., 2002. Growth rate of the carrageenophyte *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Gigartinales) introduced in subtropical waters of São Paulo State, Brazil. *Phycological Research*, v.50, n.1, p.1-9.
- Qian, P.Y., Wu, C.Y., Wu, M., Xie, Y.K., 1996. Integrated cultivation of the red alga *Kappaphycus alvarezii* and the pearl oyster *Pinctada martensi*. *Aquaculture* 147, 21–35.

- Ray, A.J., Lewis, B.L., Browdy, C.L., Leffler, J.W., 2010. Suspended solids removal to improve shrimp (*Litopenaeus vannamei*) production and an evaluation of a plant-based feed in minimal-exchange, superintensive culture systems. *Aquaculture*, v.299, n.1, p.89-98.
- Rao, P.V.S., Kumar, K.S., Ganesan, K., Thakur, M.C., 2008. Feasibility of cultivation of *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty at different localities on the Northwest coast of India. *Phycological Research*, v.39, n.1, p.1107-1114.
- Silva K.R., Wasielesky, W., Abreu, P.C., 2013. Nitrogen and phosphorus dynamics in the biofloc production of the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Journal of the World Aquaculture Society*, v.44, n.1, p.30-41.
- Sugiura, S.H., Marchant, D.D., Kelsey, K., Thomas Wiggins, T., Ferraris, R.P., 2006. Effluent profile of commercially used low-phosphorus fish feeds. *Environmental Pollution*, v.140, n.1, p.95-101.
- Troell M., Berg, H., 1997. Cage farming in the tropical Lake Kariba, Zimbabwe: impact and biogeochemical changes in sediment. *Aquaculture Research*, v.28, n.1, p.527-544.
- Wasielesky, W., Atwood, Jr.H., Stokes, K., Browdy, C.L., 2006. Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, v.258, n.1, p.396-408.
- Xu, W.J., Pan, L.Q., Zhao, D.H., Huang, J., 2012. Preliminary investigation into the contribution of bioflocs on protein nutrition of *Litopenaues vannamei* fed with different dietary protein levels in zero water exchange culture tanks. *Aquaculture*, v.350-353, n.1, p.147-153.

Xu, Y., Fang, J., Wei, W., 2008. Application of *Gracilaria lichenoides* (Rhodophyta) for alleviating excess nutrients in aquaculture. Journal of Applied Phycology, v.20, n.2, p.199-203.

Yong, Y.S., Yong, W.T.L., Anton, A., 2013. Analysis of the formulae for determination of seaweed growth rate. Journal of Applied Phycology. V.25, n.2. p. 1831-1834.